

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 59-083111

(43)Date of publication of application : 14.05.1984

(51)Int.Cl.

G02B 5/18

(21)Application number : 57-194150

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 04.11.1982

(72)Inventor : OKAMOTO KENJI

NISHIWAKI YOSHIKAZU

MATSUOKA HARUJI

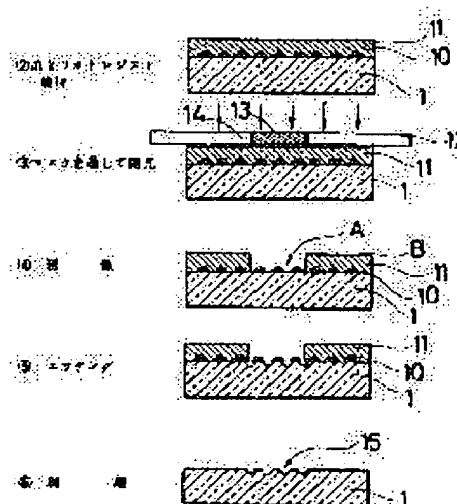
NISHIURA YOZO

(54) PREPARATION OF OPTICAL INTEGRATED CIRCUIT

(57)Abstract:

PURPOSE: To form a diffraction grating only in the limited place by preparing a diffraction grating pattern by double-beam interference exposure of a photoresist on a substrate, coating a thin film thereon, windowing the thin film and further etching the substrate with the diffraction grating pattern as a mask.

CONSTITUTION: The 1st photoresist 10 is coated on a substrate 1, and is subjected to double-beam interference exposure and development thereby preparing a diffraction grating pattern. The 2nd photoresist 11 which is different in a curing characteristic from the 1st photoresist is coated on such diffraction grating pattern. A mask 12 is then brought into tight contact with the photoresist 11 and is exposed, then the 2nd photoresist in the part right under a transparent part 14 is cured. Since the 1st photoresist under a light shielded part 13 does not receive irradiation of light, the diffraction grating pattern is not erased. If such resist is developed, the diffraction grating pattern is exposed in the windowed part A where the diffraction grating is ought to be prepared and the other part is covered B. When the substrate is etched further, the substrate in the part A is etched in conformity with the diffraction grating pattern. A diffraction grating 15 remains in a desired



place when the resists 10, 11 are stripped. The diffraction grating is formed in a desired region at a desired size by the above-mentioned method.

⑬ 日本国特許庁 (JP)
⑭ 公開特許公報 (A)

⑮ 特許出願公開
昭59—83111

⑯ Int. Cl.³
G 02 B 5/18

識別記号

庁内整理番号
7370—2H

⑰ 公開 昭和59年(1984)5月14日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑱ 光集積回路作製法

⑲ 特 願 昭57—194150

⑳ 出 願 昭57(1982)11月4日

㉑ 発 明 者 岡本賢司

大阪市此花区島屋1丁目1番3
号住友電気工業株式会社大阪製
作所内

㉒ 発 明 者 西脇由和

大阪市此花区島屋1丁目1番3
号住友電気工業株式会社大阪製
作所内

㉓ 発 明 者 松岡春治

大阪市此花区島屋1丁目1番3
号住友電気工業株式会社大阪製
作所内

㉔ 発 明 者 西浦洋三

大阪市此花区島屋1丁目1番3
号住友電気工業株式会社大阪製
作所内

㉕ 出 願 人 住友電気工業株式会社

大阪市東区北浜5丁目15番地

㉖ 代 理 人 弁理士 川瀬茂樹

明 細 書

1. 発明の名称

光集積回路作製法

2. 特許請求の範囲

- (1) コヒーレントな光源と、光源からの出射光を二光束に分割するビームスプリッタと、光束を屈折するコリメート系と、二光束を基板上で干渉せしめるためのミラーとからなる二光束干渉露光装置により、フォトレジストを塗布した基板を露光し、現像し、エッチングする工程により、回折格子を作製する方法に於て、基板上に第1フォトレジストを塗布し、二光束干渉露光し、現像して、回折格子パターンを作製し、第1フォトレジスト上に薄膜をコーティングし、回折格子を作製すべき場所以外を残す様に窓開けエッチングし、さらに基板を第1フォトレジストの回折格子パターンをマスクとして、基板をエッチングすることにより、基板上の限られた場所のみ、回折格子を作製することを特徴とする光集積

回路作製法。

3. 発明の詳細な説明

(ア) 発明の目的

この発明は、半導体基板上の任意の場所に、任意の周期、任意の大きさの回折格子を作製する方法を提供することを目的とする。

(イ) 導波路形回折格子

半導体レーザ、光導波路、変調器、分波素子等をモノリシックに半導体基板上に形成する光 I C は、光通信、光情報処理等の分野で出現の待たれている光デバイスである。

光 I C を構成する機能素子には、波長多重通信に重要なコンポーネントとなる波長分波合波素子、分布帰還型レーザ、偏向ミラー等がある。これら機能素子を作製するためには、導波路形の回折格子は、特に重要な基本的要素となる。

半導体基板上の所望の場所に、所望の周期の、所望の大きさの回折格子を作製する技術の開発は、光 I C を実現するためには不可欠である。

現在、導波路形の回折格子は、二光束干渉法又

は電子ビーム露光法等の方法で作製されている。

(ウ) 電子線ビーム露光法

細い電子線ビームを、集積回路を作製すべき半導体基板上のフォトリソグリスト又は酸化膜に照射して回折格子やその他の素子を作製するものである。

電子線ビームの走査は、電子計算機によつてあらかじめプログラムされたパターンに従つてなされることができる。

電子ビームによつて、所望の場所に、所望の寸法の回折格子を作製することができる。しかし、電子ビームの直径は有限で、ある程度(例えば $0.1 \mu\text{m}$)以下に絞ることができない。このため、電子ビーム露光によつて、光 IC の回折格子に要求される微細周期のパターンを描くことは難しい。現在、電子ビーム露光によつて製作できる回折格子の格子周期の下限は $0.5 \mu\text{m}$ である。

光 IC 用回折格子に必要な微細構造を得ることができない。

(エ) 二光束干渉露光法

第1図は二光束干渉露光法の概略を示す光学系

はレジストの面する媒質の屈折率、 θ はレーザ光の基板への入射角である。

二光束干渉露光法は、波長の短い可視光レーザ(He-Cd レーザ等)を使えば、十分に周期の小さい回折格子を露光することができる。可視光、近赤外光による光通信に必要なサブミクロン周期($0.2 \mu\text{m}$ 程度)の回折格子を得ることは可能である。

しかし、拡張した二光束を干渉させるから、回折格子を形成する領域を局所的に制限する事は難しい。

任意の場所に、任意の形状、寸法の回折格子を作ることが必要である。このため、第2図に示すように、スリット、マスク 9 をフォトリソグリスト 2 の上に重ねて、局所的に露光する方法が試みられている。

しかし、スリット、ガラスマスク等には厚みがある。開口部又は透明部を通して、二光束が、レジスト 2 に入射するが、開口部、透明部のエッジでレーザ光が回折する。この回折によつて、エツ

構成図である。

半導体基板 1 には、予めフォトリソグリスト 2 を(或は酸化膜)コーティングしてある。

レーザ 3 は例えば He-Cd レーザで、 4416 \AA の波長のコヒーレント光を生ずる。シャッタ 4 を通り、ミラー 5 で反射されたレーザ光は、ビームスプリッタ 6 で 2 光束に分けられる。それぞれは、ビームエクステンダ 7、7 によつて、拡張される。拡張された平面波に近いレーザ光は、ミラー 8、8 によつて反射され、基板 1 に対し、反対側から、等しい入射角 θ をなして、入射する。

二光束はコヒーレント光を分けたものであるから、入射方向と直角な方向に干渉縞を作る。この干渉縞がフォトリソグリスト 2 に露光記録される。フォトリソグリストを現像し、基板 1 をエッチングする事によつて、基板上に周期的な凹凸条を形成する。

二光束干渉露光法に於て、干渉縞の周期 d は、

$$d = \frac{\lambda}{2n \sin \theta} \quad (1)$$

で表わされる。ここで、 λ はレーザ光の波長、 n

近傍では、レーザ光が整った平面波ではなくなり、干渉縞のパターンが乱れる。このため、良好な回折格子パターンが得られない。

このような難点があつた。

本発明は、このような欠点を解決した、局所的な回折格子作製方法を与える。

(オ) 薄膜による回折格子作製法

本発明を薄膜としてフォトリソグリストを使用した場合を例にとつて説明する。

第3図は、相異なる性質を有する2種類のフォトリソグリストを用いた回折格子作製法の工程図を示す。

基板 1 に、第1フォトリソグリスト 10 を塗布し、二光束干渉露光し、現像して、回折格子のパターンを作製する。第3図(1)は、これを示す。

次に、回折格子パターン上に、第2フォトリソグリスト 11 を塗布する。第2フォトリソグリスト 11 は、第1フォトリソグリストと硬化特性が異なる。たとえば、第1フォトリソグリスト 10 がポジ型フォトリソグリストであるとすれば、第2フォトリソグリスト 11 はネガ型フォトリソグリストとする。逆に、第1フォ

レジスト10がネガ型であれば、第2フォトレジスト11はポジ型である。

次に第3図(3)に示すように、マスク12を、基板1、フォトレジスト10、11に密着させて、基板に直角方向の光を照射し、露光する。この段階に於ける露光は、回折格子を作製すべき場所の第2フォトレジスト11のみを除去し、他の部分の第2フォトレジスト11を残すためのものである。

第2フォトレジスト11がネガ型フォトレジストである場合、マスク12はネガマスクを使用する。つまり、回折格子を作製すべき場所に対応するマスクの部分は遮光部13に、その他の部分は透明部14になつてゐる。

この露光によつて、透明部14の直下の部分の第2フォトレジストは硬化する。遮光部13の下第1フォトレジストはポジ型フォトレジストであるが、この露光に於ては光照射を受けないので、回折格子パターンが消去されるという事がない。

第3図(4)に示すようにこれを現像すると、回折

格子を作製すべき部分に窓が開く。窓開き部Aには第1フォトレジストの回折格子パターンが露出する。その他の部分は第2フォトレジスト11で覆われた被覆部Bとなる。

これをエッチングすると、第3図(5)に示すように、窓開き部Aの基板が回折格子パターンどおりにエッチングされる。

最後に、フォトレジスト10、11を剥離すると、所望の場所に回折格子15が残る。

以上の説明は、第1フォトレジストがポジ型、第2フォトレジストがネガ型の場合であるが、逆の場合でも、同様にして、回折格子を作製することができる。この場合、マスクは遮光、透明部の反対になつたポジ型マスクを使用する。

同一基板上の複数の領域に同じ周期、同一方向の回折格子を作製するのは、以上の工程を1回実行しただけでできる。

複数の領域に、異なる周期、異なる方向の回折格子を設けるには、同様の工程を何回も繰返すことによつてなされる。

また、この発明を、相異なる性質のレジスト薄膜を使用した場合を例にとつて説明したが、この発明は他の薄膜を使用することによつても実現できる。ただしその場合、薄膜形成の時点で、第1フォトレジストの回折格子パターンが熱変形を起さない様な低温プロセスである必要がある。真空蒸着による金属膜等使用することができる。その場合、金属膜に窓あけを実施するためには、通常フォトリソグラフィングプロセスを行えばよい。

(ウ) 本発明の効果

(i) 光ICに使用する回折格子を、基板上の所望の領域に、所望の大きさで形成できる。

製作したフォトレジストパターン上へ、別種のフォトレジストによりパターンニングし限られた領域にのみ回折格子を作製できるからである。

(ii) 同一基板上の数ヶ所に、それぞれ異なる周期、異なる方向を持つ回折格子を作製することができる。

本発明は、領域を限定し、局所的に任意の周期、任意の方向の回折格子を作製できるので、これを

繰返すことによつていかなる周期、方向の回折格子をも多数製作できる。

(エ) この発明の用途

この発明は、光集積回路、光回路、分布帰還型半導体レーザ、光分波器、光合波器などに応用することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は二光束干渉露光法の光学系構成図。

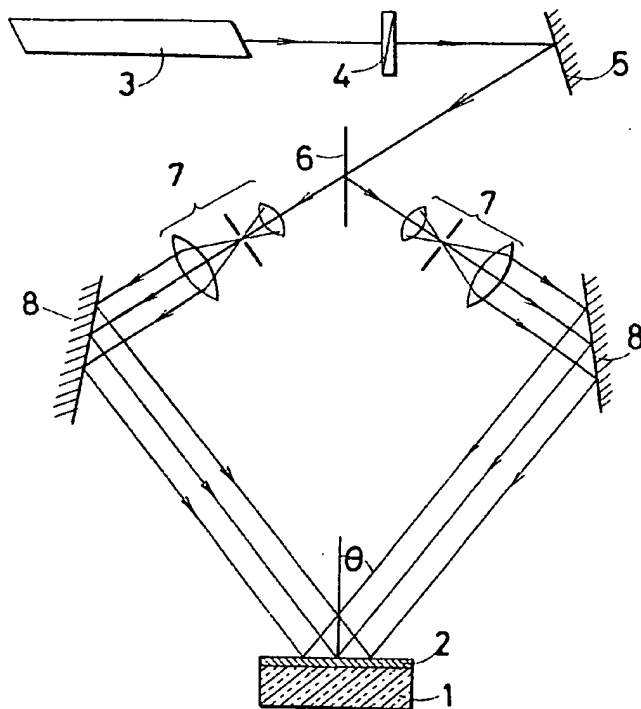
第2図はスリット、ガラスマスクによつて露光領域を限定した例を示す断面図。

第3図は相反する性質の2種類のフォトレジストを用いる本発明の回折格子作製法の工程図。(1)は基板上に、二光束干渉露光により回折格子のレジストパターンを作製する工程、(2)は第2フォトレジストを塗布した工程、(3)はマスクを通して露光した工程、(4)は現像工程、(5)はエッチング工程、(6)は剥離工程を示す。

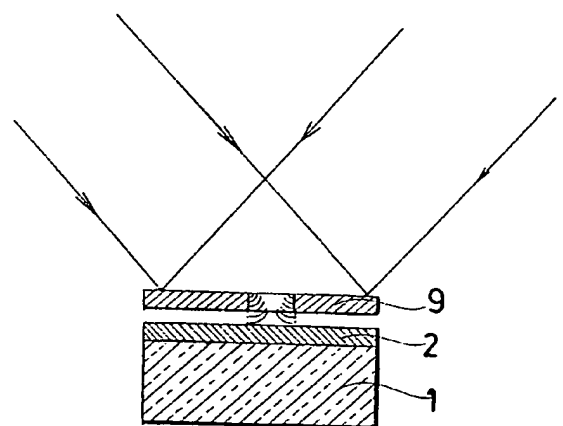
1	… … …	基	板
2	… … …	フォトレジスト	
3	… … …	レ	ー

4	...	シ	ヤ	ツ	タ
5	...	ミ	ラ	ー	
6	...	ビームスプリッタ			
7	...	ビームエクスパンダ			
8	...	ミ	ラ	ー	
9	...	スリット・ガラスマスク			
10	...	第1フォトレジスト			
11	...	第2フォトレジスト			
12	...	マ	ス	ク	
13	...	遮	光	部	
14	...	透	明	部	
15	...	回	折	格	子
A	...	窓	開	き	部
B	...	被	覆	部	
発 明 者	岡	本	賢	司	
	西	脇	由	和	
	松	岡	春	治	
	西	浦	洋	三	
特許出願人	住友電気工業株式会社				
出願代理人	井理士 川 瀬 茂				

第 1 図



第 2 図



第 3 図

